

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DE-004127801 A1  
FEB 1993

★HEMS- Q12 Q22 93-067961/09 ★DE 4127801-A1  
 Hydropneumatic suspension for vehicle lifting axle - has spring  
 rams acting by hydraulic pressure against hydropneumatic  
 accumulators

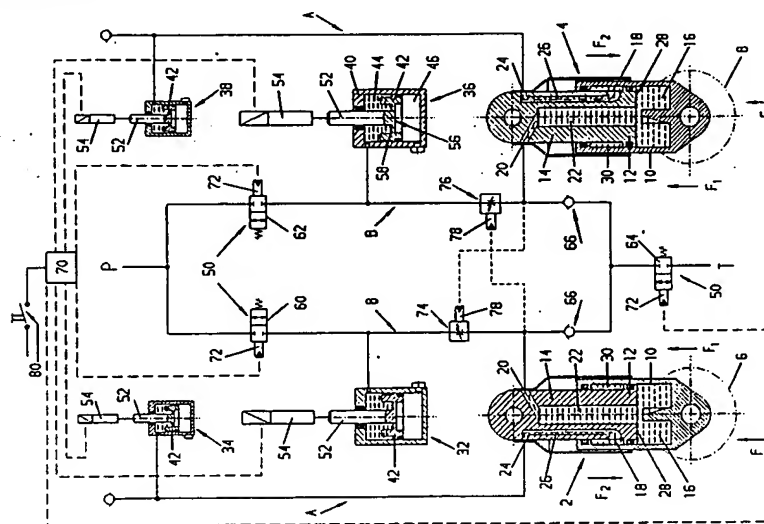
HEMSCHIEDT MASCHFAB GMBH H 91.08.22 91DE-4127801  
 (93.02.25) B60G 11/27, 17/00, B62D 61/12

The hydropneumatic suspension system is for the lifting-axle  
 working with a vehicle main axle. Spring rams (2, 4) act by  
 hydraulic pressure against hydropneumatic accumulators (32, 34,  
 36, 38). Hydraulic pressure is applied to opposite faces (28, 30) of the  
 ram pistons (12) so as to lift and lower the axle.

Hydraulic pressure in the rams is adjusted dependent on the total  
 load on the main axle, so that when lowered they take the part of this  
 load exceeding the ideal value. This can be done automatically by a  
 controller (70) dependent on the main axle position and a stored  
 spring characteristic for it.

USE/ADVANTAGE - Vehicle hydropneumatic suspension  
 maintains ideal load on main axle under widely-varying total loads.  
 (7pp Dwg.No.1/1)

N93-052137



© 1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
 US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
 Suite 401 McLean, VA22101, USA

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift  
10 DE 41 27 801 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 60 G 11/27  
B 60 G 17/00  
B 62 D 61/12

21 Aktenzeichen: P 41 27 801.1  
22 Anmeldetag: 22. 8. 91  
43 Offenlegungstag: 25. 2. 93

DE 41 27 801 A 1

71 Anmelder:

Hermann Hemscheidt Maschinenfabrik GmbH & Co,  
5600 Wuppertal, DE

74 Vertreter:

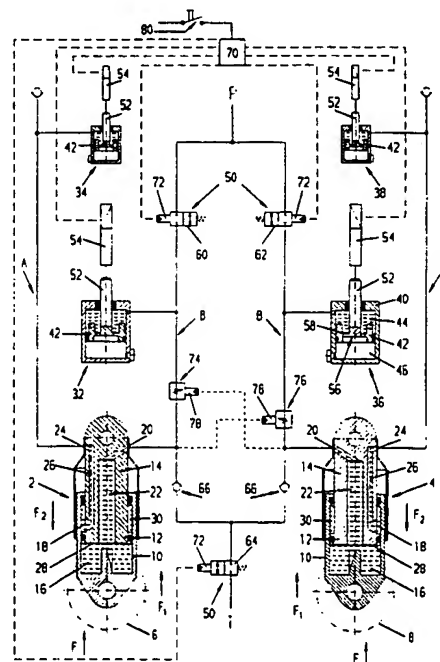
Solf, A., Dr.-Ing., 8000 München; Zapf, C., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 5600 Wuppertal

72 Erfinder:

Runkel, Walter, Dipl.-Ing. Dr., 5600 Wuppertal, DE

54 Hydropneumatisches Federungssystem für eine Fahrzeug-Liftachse

57 Die Erfindung betrifft ein hydropneumatisches Federungssystem für eine einer Fahrzeug-Hauptachse zugeordnete Liftachse, mit mindestens zwei Federzylindern (2, 4), die über ein Hydraulikmedium gegen jeweils mindestens einen hydropneumatischen, ein kompressibles Medium enthaltenden Federspeicher (32, 34; 36, 38) wirken. Jeweils gegenüberliegende Druckflächen (28, 30) von Kolben (12) der Federzylinder (2, 4) sind derart mit hydraulischem Druck beaufschlagbar, daß die Liftachse wahlweise anhebbar und absenkbar ist. Der hydraulische Druck innerhalb der Federzylinder (2, 4) wird derart in Abhängigkeit von einer auf die Hauptachse wirkenden Gesamtlast eingestellt, daß die Federzylinder (2, 4) der Liftachse im abgesenkten Zustand einen Teil dieser Gesamtlast übernehmen, der einen bestimmten, für die Hauptachse optimalen Lastwert übersteigt.



DE 41 27 801 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein hydropneumatisches Federungssystem für eine einer Fahrzeug-Hauptachse zugeordnete, wahlweise anhebbare und absenkable Liftachse.

Es ist insbesondere bei Lastkraftwagen bekannt, einer Hauptachse, üblicherweise einer Antriebsachse, eine Liftachse zuzuordnen, um bei hohen Fahrzeuglasten durch Absenken der Liftachse eine Lastaufteilung auf die Hauptachse und die Liftachse vorzunehmen. Bei Leerlast kann die Liftachse angehoben werden. Bekannte Liftachsen können aber nachteiligerweise lediglich zwischen ihrer angehobenen Stellung und einer bestimmten, abgesenkten Stellung "umgeschaltet" werden, so daß die tatsächliche Lastverteilung auf die Hauptachse und die Liftachse sich in Abhängigkeit von den Federcharakteristiken von Haupt- und Liftachse und von der jeweiligen Last von selbst einstellt, ohne daß diese Lastverteilung beeinflussbar wäre. Diese unterschiedliche Lastverteilung wirkt sich auf die Haupt- bzw. Antriebsachse insofern nachteilig aus, als hierdurch die Antriebsräder aufgrund von unterschiedlicher Belastung (Radlast) auch eine unterschiedliche Traktionswirkung haben, was insbesondere bei nasser oder glatter Fahrbahn zu Problemen führen kann. Ferner ist auch die Federwirkung (Federungskomfort) von der Belastung abhängig, so daß auch die Fahr- bzw. Federungseigenschaften des Fahrzeugs nicht konstant sind.

Des weiteren sind hydropneumatische Federungssysteme bekannt; lediglich beispielsweise sei auf die Veröffentlichungen DE-OS 20 20 292, DE-OS 33 30 368, DE-PS 39 02 743, DE-OS 39 34 385 und DE-OS 39 36 034 sowie auf die ältere Patentanmeldung der Anmelderin P 40 08 831 und die europäische Patentanmeldung 9 01 19 816.9 (Veröffentlichungs-Nr. 04 25 885) verwiesen. Bei allen diesen Systemen werden bei Bewegungen einer zu federnden Masse, beispielsweise eines Fahrzeugrades oder einer Fahrzeugachse, ein Kolben und ein Zylinder eines Federzylinders (Federbein) relativ zueinander bewegt, wodurch ein hydraulisches Medium in Strömung versetzt wird, welches auf jeweils einen eine "Kompressionsfeder" bildenden Federspeicher wirkt. Beim Einfedern strömt ein bestimmtes Volumen des Hydraulikmediums in den jeweiligen Federspeicher, wodurch sich das Volumen des hierin enthaltenen kompressiblen Mediums verringert. Durch diese Komprimierung wird ein Anstieg des Druckes und damit eine Federwirkung hervorgerufen, wobei dieser erhöhte Druck über das Hydraulikmedium wieder zum Ausfedern auf den Federzylinder wirkt. Die Vorzüge derartiger Systeme liegen insbesondere in einer guten und auf bestimmte Situationen anpaßbaren Federcharakteristik.

In dem DE-GM 91 03 359.4 der Anmelderin ist zudem ein hydropneumatisches Federungssystem unter anderem auch für eine Liftachse beschrieben (Fig. 6), wobei aber hier in der abgesenkten Stellung der Liftachse deren Federzylinder mit denjenigen der Haupt- bzw. Antriebsachse hydraulisch derart zusammengeschaltet sind, daß stets ein Druckausgleich erfolgt. Somit stellen sich auch hier in Abhängigkeit von der jeweiligen Gesamtlast unterschiedliche Belastungen der Hauptachse ein.

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein hydropneumatisches Federungssystem für eine Liftachse zu schaffen, mit dem unter Ausnutzung der hydropneumatischen Federungseigenschaften

über einen weiten Bereich unterschiedlicher Gesamtlasten die Hauptachse stets optimal belastet wird.

Erfindungsgemäß wird dies durch die Merkmale des Anspruchs 1 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Unteransprüchen enthalten.

Erfindungsgemäß wird somit der hydraulische Druck innerhalb der Federzylinder der Liftachse derart in Abhängigkeit von einer — bei angehobener Liftachse — auf die Hauptachse wirkenden Gesamtlast eingestellt, daß die Federzylinder der Liftachse im abgesenkten Zustand einen Teil dieser Gesamtlast übernehmen, der einen bestimmten, für die Hauptachse optimalen Lastwert übersteigt. Dies bedeutet, daß erfindungsgemäß eine "gesteuerte Lastaufteilung" zwischen der Hauptachse und der Liftachse derart erfolgt, daß die Hauptachse unabhängig von der Höhe der Gesamtlast über einen weiten Lastbereich hinweg stets zumindest annähernd die gleiche, für ihre Traktions- und Federungseigenschaften optimale Last trägt. Der bezogen auf variable Gesamtlasten ebenfalls "variable Rest" der Gesamtlast wird dann von der Liftachse getragen, wobei diese "Restlast" durch Einstellung des hydraulischen Druckes innerhalb der Federzylinder eingestellt wird.

Vorzugsweise wird die auf die Hauptachse wirkende Gesamtlast von einer Steuerungseinrichtung automatisch anhand der lastabhängigen Einfederungsstellung der Hauptachse sowie anhand einer gespeicherten Federkennlinie der Hauptachse ermittelt, und aus dieser so ermittelten Last und dem ebenfalls gespeicherten, optimalen Lastwert für die Hauptachse werden der von der Liftachse zu übernehmende Teil der Last sowie auch der hierfür erforderliche, hydraulische Druck bestimmt. Dieser hydraulische Druck wird dann in den Federzylindern der Liftachse entsprechend eingestellt. Durch diese Maßnahmen kann die mit dem erfindungsgemäßen Federungssystem ausgestattete Liftachse im Zusammenhang mit beliebigen Hauptachsen eingesetzt werden, d. h. unabhängig von der Art des Federungssystems der Hauptachse, sei es ebenfalls ein hydropneumatisches Federungssystem oder aber ein konventionelles Federungssystem mit mechanischen Federn. Hierzu wird zudem vorteilhafterweise die lastabhängige Einfederungsstellung der Hauptachse mittelbar über die Liftachse ermittelt, indem die Liftachse aus ihrer angehobenen Lage heraus abgesenkt und eine Referenz-Hubstellung der Federzylinder der Liftachse ermittelt wird, in der der Liftachse zugeordnete Räder auf dem Boden aufreffen. Denn diese Referenz-Hubstellung ist abhängig von der vor dem Absenken der Liftachse vorhandenen, lastabhängigen Einfederung der Hauptachse. Die Referenz-Hubstellung der Federzylinder wird in einer bevorzugten Ausführungsform durch sensorische Erfassung eines bei Auftreffen der Räder auf den Boden auftretenden, sprunghaften Anstieges des hydraulischen Druckes der Federzylinder sowie durch sensorische Erfassung der zugehörigen Hubstellung der Federzylinder ermittelt. Die für die Erfindung erforderlichen Messungen werden demzufolge ausschließlich im Bereich der Liftachsen-Komponenten vorgenommen, wobei es lediglich erforderlich ist, die Federcharakteristik der Hauptachse in Form von Kennlinienwerten in der erfindungsgemäßen Steuerungseinrichtung abzuspeichern. Es läßt sich dann automatisch anhand der jeweiligen Referenz-Hubstellung die zugehörige Gesamtlast bestimmen. Aus dieser Gesamtlast wird dann in der oben beschriebenen Weise die von der Liftachse zu übernehmende Teillast errechnet.

Anhand der Zeichnung soll nun im folgenden die Erfindung beispielhaft näher erläutert werden. Dabei zeigt die einzige Zeichnungsfigur einen schematischen Schaltplan des erfindungsgemäßen Federungssystems, wobei die einzelnen Komponenten jeweils im vereinfachten Längsschnitt dargestellt sind.

Ein erfindungsgemäßes Federungssystem für eine Liftachse weist zwei hydraulische Federzylinder 2, 4 auf, die jeweils einem gestrichelt angedeuteten Rad 6, 8 der Liftachse zugeordnet sind. Jeder Federzylinder 2, 4 besteht aus einem Zylinder 10, in dem ein Kolben 12 axialbeweglich geführt ist. Der Kolben 12 ist mechanisch mit einer Kolbenstange 14 verbunden, die gegen den Zylinder 10 abgedichtet nach außen geführt ist. Vorzugsweise sind hierbei der Zylinder 10 mit dem Rad bzw. der Liftachse und die Kolbenstange 14 mit ihrem freien, nach außen geführten Ende mit einem Fahrzeugrahmen verbunden. Der Kolben 12 ist über eine Umfangsdichtung gegen die Innenwandung des Zylinders 10 abgedichtet und teilt hierdurch zwei gegensinnig volumenveränderliche Druckräume voneinander ab, nämlich einen der Kolbenstange 14 gegenüberliegenden Zylinderraum 16 und einen die Kolbenstange 14 umschließenden Ringraum 18. Jeder Federzylinder 2, 4 besitzt im nach außen geführten Endbereich der Kolbenstange 14 einerseits einen ersten Anschluß 20, der über einen axialen Kanal 22 der Kolbenstange 14 in den Zylinderraum 16 mündet, sowie andererseits einen zweiten Anschluß 24, der ebenfalls über einen axialen Kanal 26 der Kolbenstange 14 in den Ringraum 18 mündet.

Aufgrund der beschriebenen Ausgestaltung der hydraulischen Federzylinder 2, 4 besitzt jeweils der Kolben 12 zwei gegenüberliegende, mit hydraulischem Druck beaufschlagte Druckflächen, und zwar eine dem Zylinderraum 16 zugekehrte, größere Druckfläche 28 sowie eine demgegenüber flächenmäßig kleinere, dem Ringraum 18 zugekehrte, ringförmige Druckfläche 30.

Die beiden Druckräume jedes Federzylinders 2, 4, d. h. der Zylinderraum 16 und der Ringraum 18, sind hydraulisch voneinander getrennt und mit jeweils einem separaten Federspeicher verbunden. Der Zylinderraum 16 des einen Federzylinders 2 ist über den ersten Anschluß 20 mit einem Federspeicher 32 verbunden, der Ringraum 18 dieses Federzylinders 2 über den zweiten Anschluß 24 mit einem Federspeicher 34, der Zylinderraum 16 des anderen Federzylinders 4 über seinen ersten Anschluß 20 mit einem Federspeicher 36 sowie der Ringraum 18 dieses Federzylinders 4 über den zweiten Anschluß 24 mit einem Federspeicher 38.

In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist jeder dieser Federspeicher 32 bis 38 als Kolbenspeicher mit einem in einem Zylindergehäuse 40 schwimmend, d. h. frei beweglich, geführten Trennkolben 42 ausgebildet. Der Trennkolben 42 trennt innerhalb des Zylindergehäuses 40 einen hydraulisch mit dem jeweiligen Federzylinder 2 bzw. 4 verbundenen Speicherraum 44 von einer mit einem kompressiblen Medium gefüllten Federkammer 46. Dabei ergeben sich durch bestimmte pneumatische Vorspanndrücke der kompressiblen Medien in den Federkammern 46 hydraulische Drücke, die jeweils die Druckflächen 28, 30 des Kolbens 12 beaufschlagen. Hierdurch ergeben sich in jedem Federzylinder 2, 4 zwei gegensinnig auf den Kolben 12 wirkende, unterschiedlich große Kolbenkräfte  $F_1$  und  $F_2$  durch Beaufschlagung der Druckflächen 28, 30 mit dem jeweiligen hydraulischen Druck. Die gesamte Tragkraft der Federzylinder 2, 4 ergibt sich dann aus der Differenz dieser Kolbenkräfte  $F = F_1 - F_2$ .

Durch Wahl der pneumatischen Vorspanndrücke kann somit erfindungsgemäß die Federcharakteristik der Federzylinder 2, 4 nahezu beliebig beeinflußt werden.

Jeder Ringraum 18 der beiden Federzylinder 2, 4 bildet zusammen mit seinem angeschlossenen Federspeicher 34, 38 einen geschlossenen, rein volumengesteuerten Hydraulik-Kreislauf A, wobei jeweils die Stellungen einerseits des Kolbens 12 des Federzylinders 2, 4 und andererseits des Trennkolbens 42 des Federspeichers 34, 38 einander proportional sind, so daß erfindungsgemäß die Hubstellung der Federzylinder 6, 8 anhand der Stellung des jeweiligen Trennkolbens 42 der volumengesteuerten Federspeicher 34, 38 ermittelt werden kann. Die Zylinderräume 16 der Federzylinder 2, 4 bilden demgegenüber zusammen mit dem jeweils angeschlossenen Federspeicher 32, 36 jeweils einen lastgesteuerten Hydraulik-Kreislauf B. Diese lastgesteuerten Kreisläufe B sind vorzugsweise über eine Ventil-Anordnung 50 wahlweise mit einer Druckleitung P oder einer Tankleitung T eines Hydrauliksystems verbindbar. Hierbei ist in den Kreisläufen B die Stellung der Trennkolben 42 der Federspeicher 32, 36 proportional zu dem jeweiligen lastabhängigen Druck, so daß erfindungsgemäß anhand der jeweiligen Stellung der Trennkolben 42 der lastabhängigen Federspeicher 32, 36 der lastabhängige Druck ermittelt werden kann.

Um nun die Stellung der Trennkolben 42 der Federspeicher 32 bis 38 feststellen zu können, ist jeder Trennkolben 42 zweckmäßigerweise mit einer aus dem Zylindergehäuse 40 abgedichtet nach außen geführten Trennkolbenstange 52 verbunden, und diese Trennkolbenstangen 52 wirken jeweils auf einen Weggeber 54, die zur Stellung der Trennkolbenstangen proportionale Signale erzeugen.

Die Trennkolbenstangen 52 erstrecken sich vorzugsweise durch den Speicherraum 44 hindurch, so daß jeder Federspeicher 32 bis 38 derart als Druckwandler ausgebildet ist, daß jeweils der pneumatische Druck innerhalb der Federkammer 46 kleiner als der hydraulische Druck innerhalb des Speicherraums 44 ist. Aufgrund der Trennkolbenstange 52 besitzt jeder Trennkolben 42 zwei unterschiedlich große Druckflächen, und zwar eine größere, der Federkammer 46 zugekehrte Kolbenfläche 56 und eine um den Querschnitt der Trennkolbenstange 58 kleinere, dem Speicherraum 44 zugekehrte Ringfläche. Diese beschriebene Druckdifferenz zwischen dem pneumatischen und dem hydraulischen Druck ist insbesondere für die interne Abdichtung im Bereich des Trennkolbens 42 von Vorteil.

Die Ventil-Anordnung 50 besitzt in der bevorzugten Ausführungsform ein erstes Drucksteuerventil 60 in einer Verbindung zwischen dem lastgesteuerten Kreislauf B des einen Federzylinders 2 und der Druckleitung P, ein zweites Drucksteuerventil 62 in einer Verbindung zwischen dem lastgesteuerten Kreislauf B des anderen Federzylinders 4 und der Druckleitung P sowie vorzugsweise für beide Federzylinder 2, 4 ein gemeinsames Liftventil 64 in einer Verbindung zwischen den beiden lastgesteuerten Kreisläufen B und der Tankleitung T. Dabei ist zweckmäßigerweise das Liftventil 64 mit jedem der lastgesteuerten Kreisläufe B über ein Rückschlagventil 66 verbunden, wobei diese Rückschlagventile bei einer in Richtung der Tankleitung T gerichteten Strömung öffnen und eine umgekehrte Strömung sperren. Diese Maßnahme dient zur Entkoppelung der beiden Kreisläufe B, wodurch ein "hydraulischer Kurzschluß" vermieden wird.

Zur Steuerung des erfindungsgemäßen Federungssy-

stems ist nun eine insbesondere elektronische Steuerungseinrichtung 70 vorgesehen, wobei die Weggeber 54 der Federspeicher 34 bis 38 zur Übermittlung ihrer Ausgangssignale mit Signaleingängen dieser Steuerungseinrichtung 70 verbunden sind. Desweiteren besitzen die Drucksteuerventile 60 und 62 und das Liftventil 64 der Ventil-Anordnung 50 jeweils elektrische bzw. elektromagnetische Betätigungselemente 72, die mit Steuerausgängen der Steuerungseinrichtung 70 verbunden sind.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen dem Zylinderraum 16 jedes Federzylinders 2, 4 und dem zugehörigen Federspeicher 32, 36 ein Dämpfungsventil 74, 76 angeordnet, wobei jedes Dämpfungsventil 74, 76 hinsichtlich seiner Dämpfungswirkung vorzugsweise lastabhängig einstellbar ist. Hierzu besitzt jedes Dämpfungsventil 74, 76 eine druckbeaufschlagbare Verstelleinrichtung 78, die vorzugsweise mit dem hydraulischen, lastabhängigen Druck des jeweils anderen, gegenüberliegenden Zylinderraums 16 beaufschlagt ist.

Im folgenden soll nun noch die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Federungssystems näher erläutert werden.

### 1. Federung der abgesenkten Liftachse

Bei Einfederungsbewegungen der Federzylinder 2, 4 wird der Druck in den Federspeichern 32, 36 erhöht und in den anderen Federspeichern 34, 38 abgesenkt. Bei Ausfederungsbewegungen erfolgt eine umgekehrte Druckänderung. Durch die gegenläufig arbeitenden Federspeicher besitzt das erfindungsgemäße Federungssystem in praktisch allen Lastzuständen ein gleich gutes Federungsverhalten. Über die Dämpfungsventile 74, 76 wird die Einfederung wenig gedämpft, während die jeweilige Ausfederung stärker gedämpft wird. Dabei stellt sich die Dämpfung vorteilhafterweise jeweils automatisch ohne zusätzliche Sensoren auf die jeweilige Belastung ein. Aufgrund der Verbindung der Verstelleinrichtungen 78 der Dämpfungsventile 74, 76 mit dem jeweils gegenüberliegenden Zylinderraum 16 wird erfindungsgemäß eine Stabilisierung des mit der Liftachse ausgerüsteten Fahrzeuges erreicht. Bei Wankbewegungen des Fahrzeuges werden die Dämpfungsventile automatisch so geregelt, daß auf der Seite, die ausfedert, der Druck innerhalb des Zylinderraums 16 stark abgesenkt wird. Hierdurch wird die Tragkraft des aus federnden Federzylinders sehr stark abgesenkt, so daß dieser Federzylinder die Wankbewegung des Fahrzeuges nicht mehr unterstützen kann. Die Höhe der Stabilisierung stellt sich vorteilhafterweise automatisch sowohl auf die Belastung als auch auf die jeweilige Wankgeschwindigkeit ein.

### 2. Anheben der Liftachse

Zum Anheben der Liftachse wird das Liftventil 64 in seine Durchflußstellung geschaltet. Hierdurch werden die Zylinderräume 16 der beiden Federzylinder 2, 4 mit der Tankleitung T verbunden, so daß der innerhalb der Ringräume 18 herrschende, von den Federspeichern 34, 38 erzeugte Druck die Federzylinder 2, 4 "zusammenzieht" und hierdurch Hydraulikmedium aus den Zylinderräumen 16 zur Tankleitung T strömt. Die Rückschlagventile 66 verhindern hierbei, daß ein hydraulischer Kurzschluß zwischen den Zylinderräumen 16 entsteht. Durch dieses Zusammenziehen der Federzylinder 2, 4 wird die Liftachse angehoben.

### 3. Absenken der Liftachse

Das Liftventil 64 wird in seine Sperrstellung geschaltet. Durch Schalten der Drucksteuerventile 60 und 62 wird Hydraulikmedium aus der Druckleitung P in die Zylinderräume 16 der Federzylinder 2, 4 geführt. Die Achse wird hierdurch gegen den Druck der Federspeicher 34, 38 abgesenkt. Sobald die Räder 6, 8 den Boden berühren, steigt die Belastung der Federzylinder 2, 4 an. Dies hat zur Folge, daß der Druck innerhalb der Zylinderräume 16 sowie innerhalb der mit diesen verbundenen Federspeichern 32, 36 ansteigt. Durch das Ansteigen des Druckes verändern sich die Hubstellungen der Trennkolben 42, wobei diese Stellungen über die Trennkolbenstangen 52 und die Weggeber 54 von der Steuerungseinrichtung 70 erfaßt wird. Gleichzeitig wird in diesem Moment auch die Stellung der Trennkolben 42 der volumengesteuerten Federspeicher 34 und 38 über die Trennkolbenstangen 52 und die Weggeber 54 von der Steuerungseinrichtung 70 erfaßt. Diese Stellungen sind ein Maß für die Hubstellung, d. h. die Referenz-Hubstellung, der Federzylinder 2, 4 im Zeitpunkt des Druckanstieges, d. h. des Auftreffens der Räder auf den Boden. Diese Referenz-Hubstellung gibt auch gleichzeitig an, um welchen Weg die Hauptachse lastbedingt eingefedert war. Anhand der in der Steuerungseinrichtung 70 gespeicherten Federkennlinie der Hauptachse kann aus dieser Stellung genau auf die Belastung geschlossen werden, so daß hieraus auch rechnerisch der Teil der Last ermittelt werden kann, der von den Federzylindern 2, 4 der Liftachse übernommen werden muß, damit die Last der Hauptachse stets konstant auf einem vorbestimmten, optimalen Wert gehalten wird. Die Steuerungseinrichtung 70 errechnet hieraus den hierfür erforderlichen hydraulischen Druck und steuert die Drucksteuerventile 60 und 62 so lange an, bis dieser erforderliche hydraulische Druck erreicht ist. Der Druck wird dabei wiederum über die Stellung der Trennkolben 42 der Federspeicher 32 und 36 ermittelt.

Der beschriebene Einstellvorgang, d. h. die erfindungsgemäße "gesteuerte Lastverteilung", wird zweckmäßigerweise von einer Bedienungsperson (Fahrer) z. B. durch Betätigung eines Startschalters 80 gestartet, und der Vorgang läuft dann — ausgehend von der angehobenen Stellung der Liftachse — automatisch wie beschrieben ab. Nach einer Laständerung mit abgesenkter Liftachse (Teilentladung/-zuladung) kann zudem auch das vorhergehende Anheben der Liftachse in den automatischen Ablauf einbezogen werden, so daß dann bei Betätigung des Startschalters 80 erst die Liftachse angehoben und dann erst wieder zum Einstellen der Lastverteilung (Ermittlung der aktuellen Gesamtlast über die neue Referenz-Hubstellung) abgesenkt wird. Desweiteren kann es zweckmäßig sein, den Einstellvorgang automatisch zu starten, wenn eine Änderung der Gesamtlast im statischen Zustand festgestellt wird.

Durch die vorliegende Erfindung ist es möglich, automatisch eine für die Hauptachse bzw. Antriebsachse optimale Belastung einzustellen. Hierdurch hat die Antriebsachse in Abhängigkeit von der Fahrzeugbelastung immer eine optimale Traktionswirkung. Ein weiterer Vorteil ist, daß auch das Fahrverhalten bzw. Federungsverhalten wesentlich verbessert wird. Die Belastung der Antriebsachse kann unabhängig von der Beladung des Fahrzeuges in weiten Grenzen zumindest annähernd konstant gehalten werden.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt,



sondern umfaßt auch alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Ausführungen. Insbesondere sei darauf hingewiesen, daß anstelle der Erfassung des Druckes sowie der Niveaustellung über die Trennkolben 42 der Federspeicher 32 bis 38 auch andere geeignete Drucksensoren bzw. Weggeber z. B. im Bereich der Federzylinder 2, 4 verwendet werden können.

#### Patentansprüche

1. Hydropneumatisches Federungssystem für eine einer Fahrzeug-Hauptachse zugeordnete Liftachse, mit mindestens zwei Federzylindern (2, 4), die über ein Hydraulikmedium gegen jeweils mindestens einen hydropneumatischen, ein kompressibles Medium enthaltenden Federspeicher (32, 34; 36, 38) wirken, wobei jeweils gegenüberliegende Druckflächen (28, 30) von Kolben (12) der Federzylinder (2, 4) derart mit hydraulischem Druck beaufschlagbar sind, daß die Liftachse wahlweise anhebbar und absenkbar ist, und wobei der hydraulische Druck innerhalb der Federzylinder (2, 4) derart in Abhängigkeit von einer auf die Hauptachse wirkenden Gesamtlast eingestellt wird, daß die Federzylinder (2, 4) der Liftachse im abgesenkten Zustand einen Teil dieser Gesamtlast übernehmen, der einen bestimmten, für die Hauptachse optimalen Lastwert übersteigt.

2. Federungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die auf die Hauptachse wirkende Gesamtlast von einer Steuerungseinrichtung (70) automatisch anhand der lastabhängigen Einfederungsstellung der Hauptachse sowie anhand einer gespeicherten Federkennlinie der Hauptachse ermittelt wird, und daß aus dieser so ermittelten Gesamtlast und dem gespeicherten, optimalen Lastwert der Hauptachse der von der Liftachse zu übernehmende Teil der Gesamtlast sowie der hierfür erforderliche, hydraulische Druck bestimmt werden und dieser hydraulische Druck in den Federzylindern (2, 4) eingestellt wird.

3. Federungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die lastabhängige Einfederungsstellung der Hauptachse mittelbar über die Liftachse ermittelt wird, indem die Liftachse aus ihrer angehobenen Lage abgesenkt und eine Referenz-Hubstellung der Federzylinder (2, 4) der Liftachse ermittelt wird, in der der Liftachse zugeordnete Räder auf dem Boden auftreffen.

4. Federungssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenz-Hubstellung der Federzylinder (2, 4) durch sensorische Erfassung eines bei Auftreffen der Räder auf dem Boden auftretenden Anstieges des hydraulischen Druckes der Federzylinder (2, 4) sowie durch sensorische Erfassung der zugehörigen Hubstellung der Federzylinder (2, 4) ermittelt wird.

5. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Federzylinder (2, 4) der Kolben (12) einen Zylinderraum (16) von einem eine Kolbenstange (14) umschließenden Ringraum (18) abteilt, wobei der Zylinderraum (16) und der Ringraum (18) hydraulisch voneinander getrennt und jeweils mit einem separaten Federspeicher (32, 34; 36, 38) verbunden sind.

6. Federungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils der Ringraum (18) mit

seinem verbundenen Federspeicher (34, 38) einen geschlossenen, volumengesteuerten Hydraulik-Kreislauf (A) und der Zylinderraum (16) mit seinem verbundenen Federspeicher (32, 36) einen über eine Ventil-Anordnung (50) wahlweise mit einer Druckleitung (P) oder einer Tankleitung (T) eines Hydrauliksystems verbindbaren, lastgesteuerten Hydraulik-Kreislauf (B) bilden.

7. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise jeder der Federspeicher (32–38) als Kolbenspeicher mit einem in einem Zylindergehäuse (40) schwimmend geführten Trennkolben (42) ausgebildet ist, wobei der Trennkolben (42) einen hydraulisch mit dem jeweiligen Federzylinder (2, 4) verbundenen Speicherraum (44) von einer mit dem kompressiblen Medium gefüllten Federkammer (46) trennt.

8. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise jeder der Federspeicher (32–38) derart als Druckwandler ausgebildet ist, daß jeweils der pneumatische Druck des kompressiblen Mediums kleiner als der hydraulische Druck ist.

9. Federungssystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Trennkolben (42) jedes Federspeichers (32–38) derart mit einer axial durch den Speicherraum (44) hindurch sowie abgedichtet aus dem Zylindergehäuse (40) nach außen geführten Trennkolbenstange (52) verbunden ist, daß der Trennkolben (42) zwei unterschiedlich große Druckflächen besitzt, und zwar eine größere, der Federkammer (46) zugekehrte Kolbenfläche (56) und eine kleinere, dem Speicherraum (44) zugekehrte Ringfläche (58).

10. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der hydraulische Druck innerhalb der Zylinderräume (16) der Federzylinder (2, 4) jeweils anhand der Stellung des Trennkolbens (42) des zugehörigen, lastgesteuerten Federspeichers (32, 36) bestimmt wird.

11. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubstellung der Federzylinder (2, 4) jeweils anhand der Stellung des Trennkolbens (42) des mit dem Ringraum (18) verbundenen, volumengesteuerten Federspeichers (34, 38) bestimmt wird.

12. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennkolbenstange (52) vorzugsweise jedes der Federspeicher (32–38) mit einem Weggeber (54) verbunden ist.

13. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Weggeber (54) und vorzugsweise Betätigungselemente (72) der Ventil-Anordnung (50) mit Signaleingängen bzw. Steuerausgängen der Steuerungseinrichtung (70) verbunden sind.

14. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventil-Anordnung (50) ein erstes Drucksteuerventil (60) in einer Verbindung zwischen dem lastgesteuerten Kreislauf (B) des einen Federzylinders (2) und der Druckleitung (P), ein zweites Drucksteuerventil (62) in einer Verbindung zwischen dem lastgesteuerten Kreislauf (B) des anderen Federzylinders (4) und der Druckleitung (P) so-

wie vorzugsweise für beide Federzylinder (2, 4) ein gemeinsames Liftventil (64) in einer Verbindung zwischen den beiden lastgesteuerten Kreisläufen (B) und der Tankleitung (T) aufweist.

15. Federungssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Liftventil (64) mit jedem der lastgesteuerten Kreisläufe (B) über ein für eine in Richtung der Tankleitung (T) gerichtete Strömung öffnendes und eine umgekehrte Strömung sperrendes Rückschlagventil (66) verbunden ist. 10

16. Federungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Zylinderraum (16) jedes Federzylinders (2, 4) und dem zugehörigen Federspeicher (32, 36) ein Dämpfungsventil (74, 76) angeordnet ist, wobei jedes Dämpfungsventil (74, 76) hinsichtlich seiner Dämpfungswirkung vorzugsweise lastabhängig einstellbar ist. 15

17. Federungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Dämpfungsventil (74, 76) zum Einstellen seiner Dämpfungswirkung eine druckbeaufschlagbare Verstelleinrichtung (78) aufweist, die vorzugsweise mit dem hydraulischen, lastabhängigen Druck des jeweils anderen, gegenüberliegenden Zylinderraums (16) beaufschlagt ist. 20 25

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

